الباب الخامس
5

قلاووظات نقـــل الحركة

تمهيد

أساس مقاطع أسنان جميع القلاووظات القياسية (قلاووظات الربط والتثبيت وقلاووظات نقل الحركة) على شكل مثلث .. أي ينتهي شكل مقطع القلاووظ بشكل زاوية حادة ، لذلك يمكن إعتبار شكل هذه المقاطع على شكل مثلث.

تتميز قلاووظات نقل الحركة في نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة ، بالإضافة إلى تحملها للضغوط العالية .

مقاطع أسنان قلاووظات نقل الحركة على شكل شبه منحرف ــ مستدير ــ منشاري ــ مربع ، ويعتبر لولب شبه المنحرف هو الأكثر انتشاراً في ماكينات التشغيل مثل المخارط ــ الفرايز ــ المقاشط ــ آلات التجليخ ..... وغيرها ، أما القلاووظ المربع فهو غير قياسي ، حيث إن مقطعه مربع.

استخدم القلاووظ المربع قديماً في أعمدة نقل الحركة في ماكينات التشغيل مثل أعمدة القلاووظات بالمخارط والفرايز والمقاشط وغيرها ، كما أستعمل في أعمدة الملازم المستخدمة في ورش البرادة والسمكرة ، أما الآن فهو قليل الاستعمال وإنتاجه نادراً لكثرة عيوبه.

يتناول هــذا الباب عرض وشرح تفصيلي للقلاووظ نقل الحركة لكل نوع على حدة ، مع عرض الجداول والمعادلات المختلفة ذات العلاقة والأمثلة المحلولة لكل منهما على حدة.

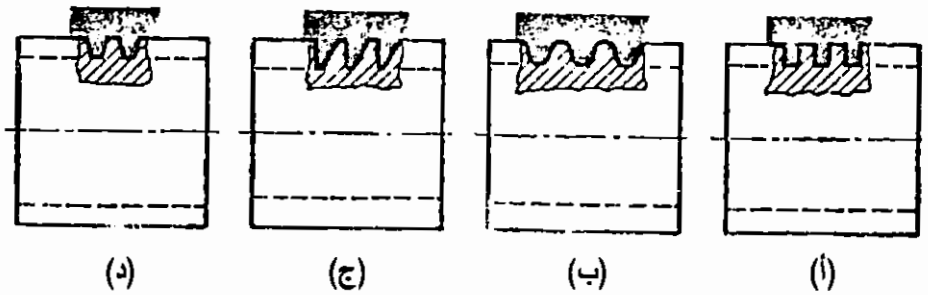
ويتعرض لطرق إنتاج هذه القلاووظات ، وطرق نقل الحركة من العمود المرشد بالمخرطة أثناء قطع القلاووظات المختلفة (قلاووظات التثبيت والتوصيل و قلاووظات نقل الحركة).

قلاووظات نقل الحركة

Power transmission threads

مقطع سن قلاووظ نقل الحركة على شكل مربع ــ شبه منحرف ــ مستدير ــ منشاري شكل 5 – 1.

يعتبر قلاووظ شبه المنحرف هو الأكثر انتشاراً .. أما القلاووظ المربع فهو غير قياسي وإنتاجه نادراً لكثرة عيوبه لذلك فهو قليل الاستعمال . من أهم مميزات قلاووظات نقل الحركة هي تحملها للضغوط العالية.



شكل 5 – 1

مقطع سن قلاووظ نقل الحركة

(أ) قلاووظ مربع.

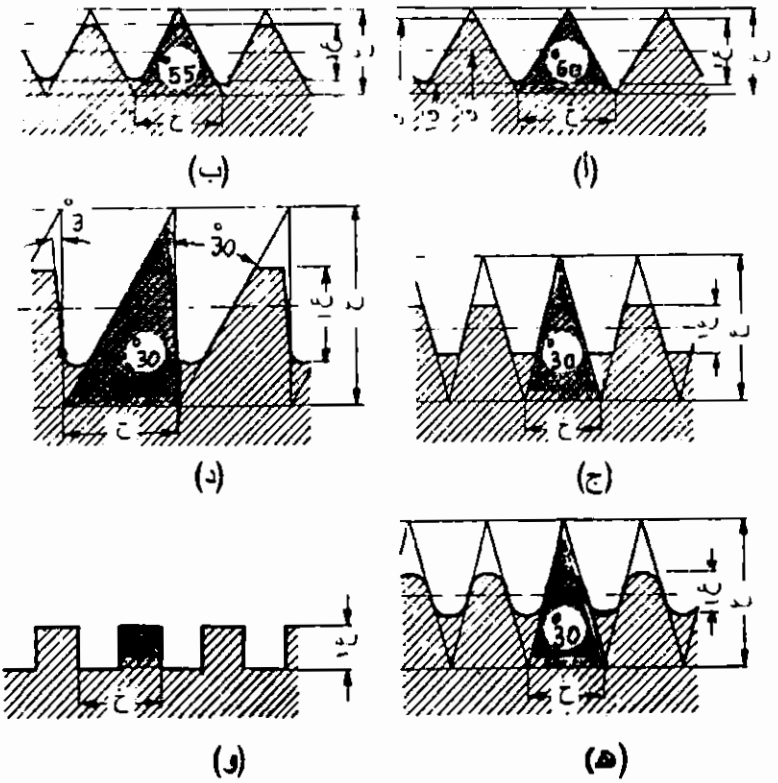
(ب) قلاووظ مستدير.

(ج) قلاووظ منشاري.

(د) قلاووظ شبه منحرف.

أساس مقاطع أسنان القلاووظات القياسية :

جميع أنواع القلاووظات القياسية (قلاووظات الربط والتثبيت و قلاووظات نقل الحركة) مقاطع أسنانها مثلثة الشكل كما هو موضح بشكل 5 – 2.



شكل 5 – 2

جميع أنواع القلاووظات القياسية مقطع أسنانها مثلثة

(أ) قلاووظ متري.

(ب) قلاووظ ويتورث.

(ج) قلاووظ شبه منحرف.

(د) قلاووظ منشاري.

(هـ)قلاووظ مستدير.

(و) قلاووظ مربع .. (غير قياسي حيث أن المقطع الأساسي للسن مربع)

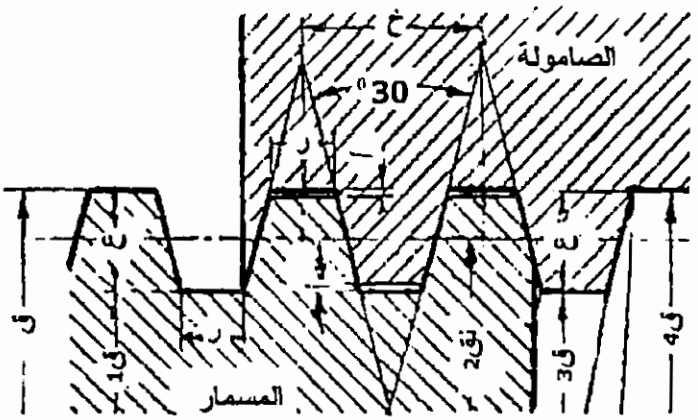
قلاووظ شبه المنحرف

Trapezoidal ISO Thread

قلاووظ شبه المنحرف الموضح بشكل 5 – 3 يسمى أيضاً بقلاووظ آكم وهو من قلاووظات نقل الحركة . جميع أبعاده بالمليمتر ، مقطع سنه على شكل شبه منحرف ، زاويته مقدارها 30 ^{0} ، يرمز له بالرمز تر أو TR.

يعتبر هذا القلاووظ من أكثر أنواع قلاووظات نقل الحركة إنتشاراً بآلات الإنتاج والتشغيل ، حيث يستخدم في نقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة .. وأقرب مثال لذلك هو عمود القلاووظ (المرشد) بالمخرطة.

يراعى عند قطع قلاووظ شبه المنحرف أن يزيد قطر قاع السن بالصامولة عن القطر الخارجى للمسمار بمقدار واحد مليمتر.



شكل 5 – 3

قلاووظ شبه المنحرف

خ = الخطوة .

ق = القطر الخارجي للمسمار (القطر الأسمى) .

ق$_1$ = القطر الأصغر للمسمار = ق – (خ + 2 × أ)

ق$_2$ = القطر المتوسط = ق – 0.5 × خ

ق$_3$ = قطر ثقب الصامولة (القطر الأصغر للصامولة) = ق – خ

ق$_4$ = القطر الأكبر للصامولة = ق + 2 × أ

ع = عمق السن بالمسمار والصامولة = 0.5 × خ + أ

زاوية السن = 30°

ر = عرض مقدمة سن القلم الخارجي شكل 5 – 4 (أ)

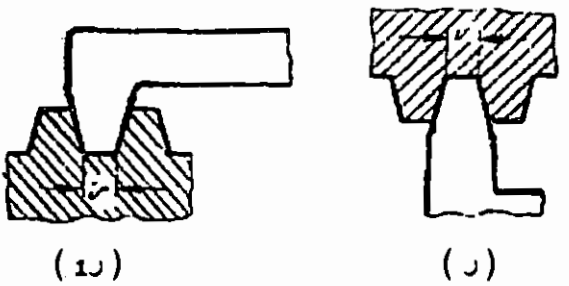
= 0.366 × خ – 0.54 × أ

ر$_1$ = عرض مقدمة سن القلم الداخلي شكل 5 – 4 (ب)

= 0.366 × خ – 0.54 × أ

أ = خلوص القمة .. يختلف خلوص قمة أسنان القلاووظ باختلاف الخطوة كالآتي :-

الخطوة خ	1.5	2 ــ 5	6 ــ 12	14 ــ 44
خلوص القمة أ	0.15	0.25	0.5	1



شكل 5 – 4

عرض مقدمة سن قلم قلاووظ شبه المنحرف الخارجي والداخلي

مثال :

عمود قلاووظ شبه منحرف قطره 32 ملليمتر وخطوته 6 ملليمتر. أوجد الآتي :-

(أ) قطر قاع السن بالمسمار ق$_1$

(ب) القطر المتوسط ق$_2$.

(ج) قطر ثقب الصامولة ق$_3$.

(ء) قطرقاع السن بالصاولة ق4.

(ه) عرض مقدمة سن القلم الخارجي [ر] والداخلي [ر1] .

علماً بأن:

الخطوة خ	1.5	2 ــ 5	6 ــ 12	14 ــ 44
خلوص القمة أ	0.15	0.25	0.5	1

الحل :

(أ) قطر قاع السن بالمسمار ق1 = ق – (خ + 2 × أ)

= 32 – (6 + 2 × 0.5)

= 32 – (6 + 1)

= 32 – 7 = 25 مم

(ب) القطر المتوسط ق2 = ق – 0.5 × خ

= 32 – 0.5 × 6

= 32 – 3 = 29 مم

(ج) قطر ثقب الصامولة ق3 = ق – خ

= 32 – ق = 26 مم

(ء) قطر قاع السن بالصامولة ق4 = ق + 2 × أ

= 32 + 2 × 0.5

= 32 + 1 = 33 مم

(ه) عرض مقدمة سن القلم الخارجي (ر) والداخلي (ر1)

= 0.366 × خ – 0.54 × أ

= 0.366 × 6 – 0.54 × 0.5

= 2.196 – 0.270 = 1.926 مم

جدول 5 – 1 يوضح أبعاد قلاووظ شبه المنحرف

جدول 5 - 1

قلاووظ شـــبه المنحرف

حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO

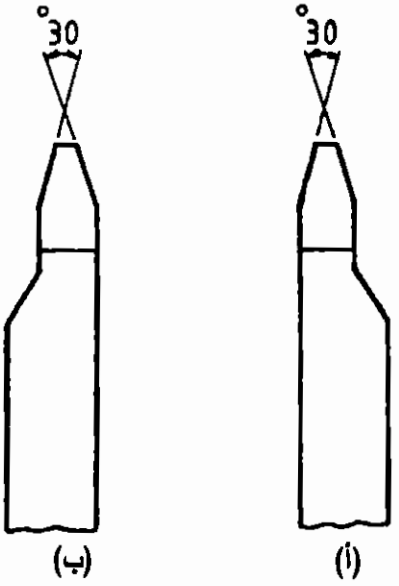
قطر الأسمى	القطر الأصغر للمسمار	القطر المتوسط	الصمولة		عمق لسن	عرض مقدمة قلم المخرطة
			القطر الأصغر	القطر الأكبر		
ق × خ	ق1	ق2	ق3	ق4	ج	ر
TR 10 × 2	7.5	9.0	8.0	10.5	1.25	0.597
TR 12 × 3	8.5	10.5	9.0	12.5	1.75	0.963
TR 16 × 4	11.5	14.0	12.0	16.5	2.25	1.329
TR 20 × 4	15.5	18.0	16.0	20.5	2.25	1.329
TR 24 × 5	18.5	21.5	19.0	24.5	2.75	1.695
TR 24 × 8	15.0	20.0	16.0	25.0	4.5	1.695
TR 28 × 5	22.5	25.0	23.0	28.5	2.75	1.695
TR 28 × 8	19.0	24.0	20.0	29.0	4 5	1.926
TR 32 × 6	25.0	29.0	26.0	33.0	3 5	1.926
TR 32 × 10	21.0	27.0	22.0	33.0	5.5	1.926
TR 36 × 3	32.5	34.5	33.0	36.5	1.75	0.963
TR 36 × 6	29.0	33.0	30.0	37.0	3.5	1.926
TR 36 × 10	25.0	31.0	26.0	37.0	5.5	1.926
TR 40 × 7	32.0	36.5	33.0	41.0	4.0	2.922
TR 40 × 10	29.0	35.0	30.0	41.0	5.5	2.922
TR 48 × 8	39.0	44.0	40.0	49.0	4.5	2.658
TR 48 × 12	35.0	42.0	36.0	49.0	6.5	2.658
TR 52 × 8	43.0	48.0	44.0	53.0	4.5	2.658
TR 60 × 9	50.0	55.5	51.0	61.0	5.0	3.024
TR 70 × 10	59.0	65.0	60.0	71.0	5.5	3.390
TR 70 × 16	52.0	62.0	54.0	72.0	9.0	5.316

قلم قلاووظ شبه المنحرف :

قلاووظ شـبه المنحرف من قلاووظات نقل الحركة الذي يتمـيز بخطوته الكبيرة (أكبر من خطوة قلاووظ الربط والتثبيت) .. لذلك يجب أن توجه عناية خاصة عند تجليخ القلم بحيث يكون زواية الرأس مقدارها 30 ° وزاويتي الخلوص والجرف مناسبة لمعدن المشغولة.

كما يجب إستخدام القم المناسب من حيث الاتجاه ، حيث يستخدم قلم قلاووظ شبه منحرف يمين الموضح بشكل 5 – 5 (أ) عنـد قطع القلاووظ اليمـين ، كما تستخدم أقلام قلاووظ شبه منحرف يسـار الموضح بشكل 5 – 5 (ب) عند قطع القلاووظ اليسار.

من الضـروري إختـبار ومراجعة قلم القلاووظ بعـد تجليـخه بواسطة محـدد قياس الأقلام.



شكل 5 – 5

قلم قلاووظ شبه منحرف

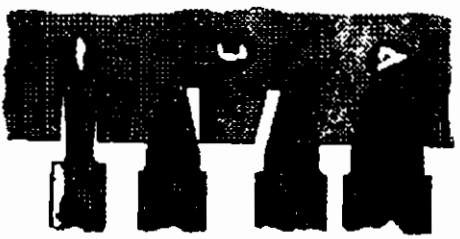
(أ) قلم قلاووظ شبه منحرف يمين.

(ب) قلم قلاووظ شبه منحرف يسار.

طرق إنتاج قلاووظ شبه المنحرف ذو الباب الواحد :

ينتج قلاووظ شبه المنحرف ذو الباب الواحد أو المتعدد الأبواب على المخرطة الأفقية العامة وماكينات التفريز الخاصة ، وأفضل الطرق لإنتاج قلاووظ شبه المنحرف ذو الخطوة الكبيرة على المخرطة هي الطريقة الموضحة بشكل 5 – 6 بإتباع تسلسل خطوات العمل التالية :-

1. التشغيل المبدئي باستخدام قلم قلاووظ مربع عرضه أقل من عرض قاع سن القلاووظ بحوالي 0.5 ملليمتر ، وخرطه بحيث يكون قطر قاع السن أكبر من المطلوب بحوالي 0.5 ملليمتر.
2. التشغيل بقلم شبه منحرف عرضه أقل من عرض المقطع النهائي للقلاووظ لتشكيل أحد الجانبين .. ثم يشكل الجانب الآخر.
3. التشغيل النهائي بالأبعاد المطلوبة بقلم شبه منحرف مقطعه يطابق مقطع القلاووظ المطلوب إنتاجه.



شكل 5 – 6

أفضل طرق إنتاج قلاووظ شبه المنحرف ذو الخطوة الكبيرة على المخرطة

ملاحظة :

1. يراعى استخدام سائل التبريد المناسب.
2. الإنتباه والدقة عن التشغيل النهائي للقلاووظ.

طرق إنتاج قلاووظ شبه المنحرف المتعدد الأبواب :

ينتج قلاووظ شبه المنحرف المتعدد الأبواب بعدة طرق مختلفة وهى كالأتي :-

أولا : إنتاج قلاووظ شبه المنحرف باستخدام ميكرومتر الراسمة الطولية

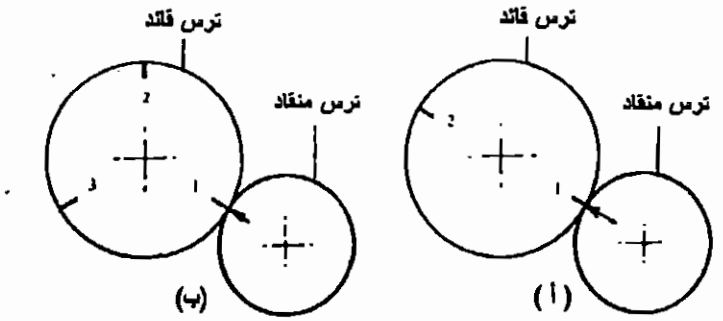
يقطع قلاووظ شبه المنحرف المتعدد الأبواب بفتح الباب الأول مع ملاحظة أن يكون ميكرومتر الراسمة الطولية على الصغر .

ثم يفتـــح الباب الثاني وذلك بعـــد دوران مقبض الراسمة الطولية ليتحرك الحد القاطع للقلم مسافة مقدارها = $\frac{\text{الخطوة}}{\text{عدد الأبواب}}$

ثانيا : إنتاج قلاووظ شبه المنحرف بواسطة تقسيم الترس القائد

يمكن إنتاج قلاووظ شبه المنحرف المتعدد الأبواب بهذه الطريقة بتسلسل العمليات التالية :-

1. يشترط في هذه الطريقة أن يكون الترس القائد يقبل القسمة على عدد أبواب القلاووظ المطلوب قطعه .
2. يقسم أسنان الترس القائد على عدد الأبواب المطلوب تشغيلها ، وذلك بوضع علامات واضحة ، كما توضع علامة أخرى على الترس المنقاد تقابل العلامة الأولى بالترس القائد كما هو موضح بشكل 5 – 7.



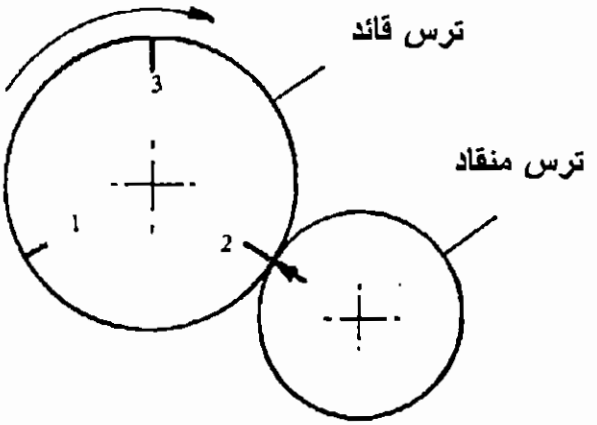
شكل 5 – 7

تقسيم الترس القائد بعدد الأبواب المطلوب تشغيلها

(أ) يقسم الترس القائد على قسمين (بوضع علامتين) في حالة تشغيل قلاووظ ببابين.

(ب) يقسم الترس القائد على ثلاثة أقسام (بوضع ثلاثة علامات) في حالة تشغيل قلاووظ بثلاثة أبواب.

3. يفصل الترس القائد بعد قطع الباب الأول للقلاووظ ، ثم يدار ظرف المخرطة يدويا بمقدار قسم واحد من الأقسام المحددة والموضحة على الترس القائد ، بشرط عدم حركة العربة أو تغيير وضع القلم.
4. يعاد تعشيق الترس بمجموعة التروس المتغـيرة مرة أخرى ، وذلك بعد تطابق العلامة الثانية علـى العلامة الموضحة على الترس المنقاد كما هو موضـح بشكل 5 – 8.



شكل 5 – 8

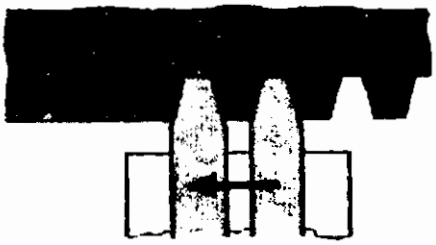
تطابق العلامة الثانية لفتح الباب الثاني للقلاووظ

5. يثبت الترس القائد جيداً ثم يبدأ في قطع الباب الثاني ..... وهكذا.

ثالثا :. إنتاج قلاووظ شبه المنحرف باستخدام قلمين أو أكثر

يمكن قطع قلاووظ شبه المنحرف ذو البابين أو أكثر بإستخدام قلمين أو أكثر فى آن واحد.

في حالة قطـــع قلاووظ ببابين يثبت القلمين بحامل القلم كما هو موضح بشكل 5 – 9 ، بحيث يترك مسافة بين الحدين القاطعين مقدارها = $\frac{1}{4}$ الخطوة .



شكل 5 – 9

قلم قلاووظ شبه المنحرف ذو البابين باستخدام قلمين فى آن واحد

إرشادات :

عند قطع قلاووظات شبه المنحرف المتعدد الأبواب بإستخدام قلمين أو أكثر .. فإنه يجب إتباع الإرشادات التالية :-

1. يستخدم قلمين عند قطع القلاووظ ذو البابين ، كما يستخدم ثلاثة أقلام عند قطع القلاووظ ذو الثلاثة أبواب ..... وهكذا.
2. يراعى دقة عرض الحدود القاطعة والفرق بينهما (المسافة بين الأقلام المستخدمة)، وأن يكونوا فى مستوى واحد ، كما تلاحظ زاوية الخلوص ، بحيث تكون فى اتجاه قطع القلاووظ.. (يميناً أو يساراً).
3. أحياناً تجلخ الحدود القاطعة للأقلام أثناء عملية قطع القلاووظات بالمعادن الصلدة ، ولصعوبة تثبيتها بالوضع السابق بدقة .. لذلك فإنه يجب استخدام قطع معدنية لتثبيتها بين الأقلام بعرض قدره = $\frac{1}{4}$ الخطوة .. (في حالة استخدام قلمين) ، أو بعرض قدره = $\frac{1}{6}$ الخطوة (في حالة استخدام ثلاثة أقلام).
4. يجب عمل مجرى في نهاية القلاووظ، بحيث تكون عرض المجرى أكبر من عرض الحدود القاطعة والمسافة التي بينهما.
5. تعتبر عملية قطع قلاووظ شبه المنحرف باستخدام قلمين أو أكثر من العمليات الصعبة التي تتطلب الدقة والكفاءة العالية لفني المخرطة .. لذلك فإنه يجب الانتباه ومراعاة الدقة أثناء عملية القطع.

تذكر أن :

عند قطع قلاووظ شبه منحرف بصامولة ، فإنه يجب مراعاة الآتي :-

1. أن تكون قطر ثقب الصامولة أكبر من قاع السن بالمسمار بمقدار 0.1 مم.
2. يجب أن يزيد عرض الحد القاطع لقلم قلاووظ شبه المنحرف الداخلي بمقدار 0.1 مم.

موانع تركيب الصامولة بالمسمار :

عدم تركيب الصامولة بالمسمار المقلوظ المناظر لها ، يعني ذلك وجود أحد الأخطاء التي يجب ملاحظتها وتجنبها أثناء قطع القلاووظ الخارجي أو الداخلي .. وهي كالآتي

1. اختلاف الخطوة : مراجعة تطابق أوضاع مقابض التعشيق كما هو موضح بجدول القلاووظ المثبت على كل مخرطة قبل بدء التشغيل.
2. اختلاف الأقطار : التأكد من دقة قياس القطر الخارجي للمسمار والقطر الداخلي للصامولة قبل بدء قطع القلاووظ .
3. ميل زاوية سن القلاووظ: يجب تثبيت قلم القلاووظ الخارجي أو الداخلي بحامل القلم ، بحيث يكون الحد القاطع عمودياً على محور قطعة التشغيل ، وذلك باستخدام محدد قياس القلاووظات (ضبعة القلاووظ).
4. اختلاف زاوية سن القلاووظ : استخدام محدد قياس القلاووظات(ضبعة القلاووظ) لمراجعة زاوية سن القلم والتأكد من مطابقتها بزاوية سن القلاووظ المطلوب.
5. اختلاف اتجاه القلاووظ: التأكد من اتجاه القلاووظ (يمين أو يسار) ، وتعديل وضع المقبض الخاص بذلك بالمخرطة قبل بدء التشغيل.
6. عدم الوصول إلى المستوى الطبيعي لعمق السن: يجب تطبيق لمعادلات الخاصة بالقلاووظات لغرض الوصول إلى عمق السن المطلوب ، أو استخراج عمق السن من الجداول الخاصة بذلك.

ملاحظة :

يجب إزالة الرايش المتعلق بين أسنان القلاووظ وتزييته قبل تجربة تزاوج المسمار مع الصامولة.

قلاووظ سن المنشار

Buttress thread

قلاووظ سن المنشار الموضح بشكل 5 – 10 سمى بهذا الاسم لتشابه أسنانه مع أسنان سلاح المنشار ، كما يسمى بقلاووظ بيرس أو قلاووظ كتفي ، وهو ذو باب واحد . يعتبر من قلاووظات نقل الحركة.

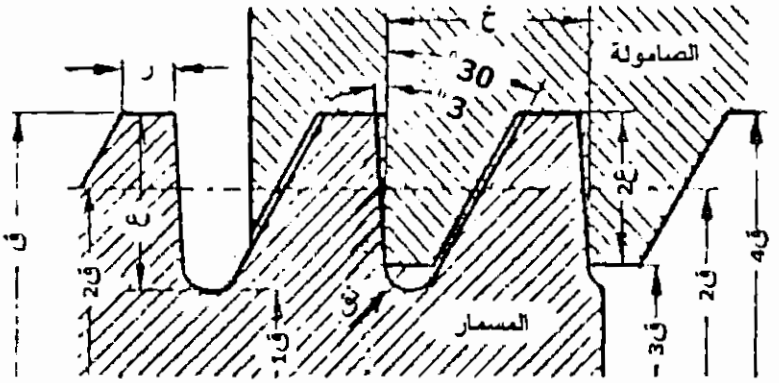
قلاووظ المسمار ذو إستدارة في القاع ، أما قمة الصامولة فهي مسطحة . مقدار زاوية السن 33 ^{0} ، يرمز له بالرمز S أو س . جميع أبعاده بالمليمترات.

يعطى القطر الأسمى للقلاووظ سن النشار (القلاووظ الكتفي) والخطوة بالمليمتر وعلى هذا فإن التسمية تكون S 48 × 3 .. هذا يعني أن قطر الخارج للقلاووظ الكتفي 48 مليمتر ، أما خطوته فهي 3 مليمتر.

إستخدامات قلاووظ سن النشار :

يستخدم قلاووظ سن المنشار عند وجود ضغط في اتجاه واحد ، لذلك فإن هذه القلاووظات في المجالات التالية :-

1. الروافع والمكابس بأنواعها.
2. المطارق الميكانيكية.
3. الأظرف الدليلية المستخدمة في اللولبة على المخارط البرجية والأوتوماتية.
4. أظرف قمط المخارط والفرايز



شكل 5 – 10

قلاووظ ســـــن منشاري

خ = الخطوة

ع = عمق سن المسمار من جهة واحدة = 0.868 × خ

ع1= ارتفاع مثلث الخطوة = 1.732 × خ

ع2= عمق سن الصامولة من جهة واحدة = 0.75 × خ

نق = قوس قاع سن المسمار = 0.124 × خ

ق = قطر القلاووظ الخارجي للمسمار = قطر قاع السن بالصامولة.

ق1= القطر الأصغر للمسمار = ق – 1.736 × خ

ق2 = القطر المتوسط = ق – 0.682 × خ

ق3 = قطر ثقب الصامولة (القطر الأصغر للصامولة) = ق– 1.5 × خ

ر = عرض مقدمة سن القلم (للمسمار والصامولة) = 0.264 × خ

< = زاوية سن القلاووظ = $30^0 + 3^0 = 33^0$ ، حيث يميل الضلع العلوي لسن القلاووظ بمقدار 3^0 في اتجاه التحميل (الاتجاه العمودي على المحور).

يراعى عند تفريز لولب سن المنشار (القلاووظ الكتفي) أن يكون السطح مائلا بمقدار 3^0 عن العمودي على المحور.

مثال :

عمود ملولب بسن منشار قطره 30 ملليمتر وخطوته 3 ملليمتر . أوجد الآتي :-

(أ) قطر قاع السن بالعمود ق1.

(ب) القطر المتوسط ق2.

(ج) قطر ثقب الصامولة ق3.

(د) عرض مقدمة سن القلم للعمود وللصامولة ر.

الحل :

(أ) قطر قاع السن بالعمود ق1 = ق – 1.736 × خ

= 30 – 1.736 × 3

= 30 – 5.208 = 24.792 مم

(ب) القطر المتوسط ق2 = ق – 0.682 × خ

= 30 – 0.682 × 3

= 30 – 2.046 = 27.954 مم

(ج) قطر ثقب الصامولة ق3 = ق – 1.5 × خ

= 30 – 1.5 × 3

= 30 – 4.5 = 25.5 مم

(د) عرض مقدمة سن القلم للعمود وللصامولة ر = 0.264 × خ

= 0.264 × 3 = 0.792 مم

فيما يلي جدول 5 – 2 الخاص بقلاووظ سن المنشار . وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل وعند المعايرة.

جدول 5 – 2

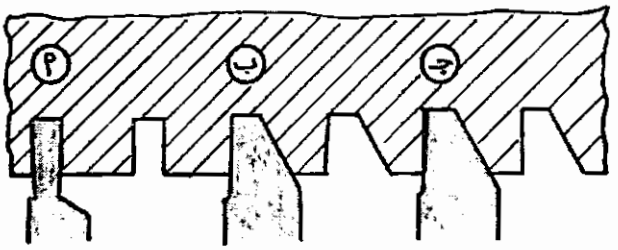
قلاووظ ســـــن المنشار

رمز اللولب d × P ق × خ	المسمار الملولب		الصامولة		قطر دائرة الخطوة / القطر المتوسط d_2 mm ق2	مساحة مقطع المستعرض للقلب Cm^2
	القطر الأصغر d_1 mm ق1	عمق السن t_1 mm ع	القطر الأصغر D_1 Mm ق3	عمق السن t_2 mm ع2		
S 12 × 2	8.528	1.736	9	1.5	10.636	0.571
S 16 × 2	12.528	1.736	13	1.5	14.636	1.23
S 20 × 2	16.528	1.736	17	1.5	18.636	2.15
S 24 × 3	18.794	2.603	19.5	2.25	21.954	2.77
S 30 × 3	24.794	2.603	25.5	2.25	27.954	4.83
S 36 × 3	30.794	2.603	31.5	2.25	33.954	7.45
S 40 × 3	34.794	2.603	35.5	2.25	37.954	9.51
S 48 × 3	42.794	2.603	43.5	2.25	45.954	14.38
S 55 × 3	49.794	2.603	50.5	2.25	52.954	19.47
S 60 × 3	54.794	2.603	55.5	2.25	57.954	23.58
S 70 × 4	63.058	3.471	64	3	.27267	31.23
S 80 × 4	73.058	3.471	74	3	77.272	41.92
S 90 × 4	83.058	3.471	84	3	87.272	54.18
S 100 × 4	93.058	3.471	94	3	97.272	68.01
S 120 × 6	109.586	5.207	111	4.5	115.909	94.32

إنتاج القلاووظ المنشاري : Buttress Thread Production

ينتـــج القلاووظ المنشاري لاستخدامه لنقل الحركة حيث توجـــد الضغوط العالية في اتجاه واحد.

أفضل الطرق لإنتاج القلاووظ المنشاري ذو الخطوة الكبيرة على المخرطة هو تشغيله على ثلاثة مراحل كما هو موضح بشكل 5 - 11 ، وذلك للمحافظة على قلم القلاووظ لارتفاع ثمنه ولصعوبة تجليخه ، بالإضافة إلى إنتاج قلاووظ ذو جودة عالية .. لذلك يوصي بإتباع خطوات العمل التالية :-



شكل 5 - 11

أفضل طرق إنتاج القلاووظ المنشاري ذي الخطوة الكبيرة على المخرطة

(أ) التشغيل المبدئي باستخدام قلم قلاووظ مربع عرضه بأقل من عرض قاع سن القلاووظ المطلوب بحوالي 0.5 ملليمتر ، وخرطه بحيث يكون قطر قاع السن أكبر من المطلوب بحوالي ملليمتر واحد.

(ب) إعادة القطع بقلم قلاووظ منشاري عرضه أقل من عرض المقطع النهائي للقلاووظ المطلوب.

(ج) التشغيل النهائي بالأبعاد المضبوطة بقلم منشاري مقطعه يطابق مقطع سن القلاووظ المطلوب إنتاجه.

ملاحظـة :

يراعى ألا يكون وجـــه تحميل سن القلاووظ عمودي على المحور بل يميل بمقدار 3^0.

القلاووظ المستدير

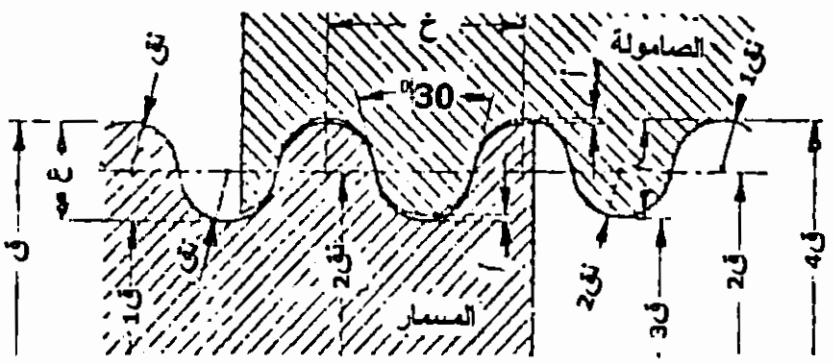
Round thread

القلاووظ المستدير الموضح بشكل 5 – 12 سمى بالمستدير أو النصف دائري نسبة إلى قمة وقاع أسنانه التي على شكل قوس والتي تجعله كالمتآكل تآكلاً شديداً .

عدم وجود حواف حادة بأسنانه تجعله يتميز بعدم تأثيره بالصدمات مهما كانت قوتها ، يتميز بسهولة ربطه وفكه رغم وجود الإتساخات العالقة به ، هذا بالإضافة إلى تحمله للضغوط العالية.

شكل أسنانه تجعله يصلح بالأماكن المعرضة للرمل والطين والتي يقل الاهتمام بصيانتها . لذلك فإنه يستخدم في وصلات شدادات عربات السكك الحديدية ووصلات خراطيم محابس المياه والكبيرة وغيرها .

القطر الاسمي للقلاووظ المستدير هو القطر الخارجي يعطى بالبوصة ، أما الخطوة فإنها تقدر بعـــدد الأسنان في البوصة الطولية ، يشكل جانبي أسنانه زاوية قدرها 30^0. يرمز له بالرمز Rd أو رد.



شكل 5 – 12

القلاووظ المستدير

ن = عدد الخطوات في البوصة الطولية

$$\text{خ} = \text{الخطوة بالمليمتر} = \frac{25.4}{\text{ن}}$$

ع = عمق السن من جهة واحدة = 0.5 × خ

ق = القطر الخارجي للمسمار بالمليمتر

ق1= القطر الأصغر للمسمار = ق – ع

ق2= القطر المتوسط = ق – 0.5 × خ

ق3 = قطر ثقب الصامولة (القطر الأصغر للصامولة = ق– 0.9 × خ

ق4 = القطر الأكبر للصامولة = ق + 0.1 × خ

نق = نصف قطر قاع السن بالمسمار = 0.238 × خ

نق1 = نصف قطر قمة السن بالصامولة = 0.256 × خ

نق2 = نصف قطر قاع السن بالصامولة = 0.221 × خ

أ = الخلوص بين قمة السن بالمسمار وقمة السن بالصامولة = 0.05 × خ

< = زاوية السن = 30 °

مثال :

عمود قلاووظ بسن مستدير قطره 40 مليمتر وعدد أسنانه 6 أسنان في البوصة. أوجد الآتي :-

(أ) الخطوة خ بالمليمترات .

(ب) فطر قاع السن بالعمود ق1 .

(ج) القطر المتوسط ق2 .

(د) قطر ثقب الصامولة ق3 .

(هـ) قطر قاع السن بالصامولة ق4 .

(و) نصف مقدمة سن القلم الخارجي (نق عند قاع السن بالعمود) .

(س) نصف قطر مقدمة ين القلم الداخلي (نق عند قمة السن بالصامولة) .

(ح) نصف قطر مقدمة ين القلم الداخلي (نق عند قاع السن بالصامولة) .

الحل :

(أ) الخطوة بالملليمتر خ = $\frac{25.4}{ن}$

= $\frac{25.4}{6}$ = 4.233 مم

(ب) قطر قاع السن بالعمود ق1 = ق − خ

= 40 − 4.233 = 35.767 مم

(ج) القطر المتوسط ق2 = ق − 0.5 × خ

= 40 − 0.5 × 4.233

= 40 − 2.116 = 37.884 مم

(د) قطر ثقب الصامولة ق3 = ق − 0.9 × خ

= 40 − 0.9 × 4.233

= 40 − 3.8097 = 36.1903 مم

(هـ) قطر قاع السن بالصامولة ق4 = ق + 0.1 × خ

= 40 + 0.1 × 4.233

= 40 + 0.4233 = 40.4233 مم

(و) نصف قطر مقدمة سن القلم الخارجي (نق عند قاع السن بالعمود)

= 0.238 × خ

= 0.238 × 4.233 = 1.007 مم

(س) نصف قطر مقدمة سن القلم الداخلي (نق عند قمة السن بالصامولة)

= 0.256 × خ

= 0.256 × 4.233 = 1.083 مم

(ح) نصف قطر مقدمة سن القلم الخارجي (نق عند قاع السن بالصامولة)

= 0.221 × خ

= 0.221 × 4.233 = 0.935 مم

فيما يلي جدول 5 – 3 الخاص بلولب سن المنشار . وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل وعند المعايرة .

جدول 5 – 3

القلاووظ المستدير

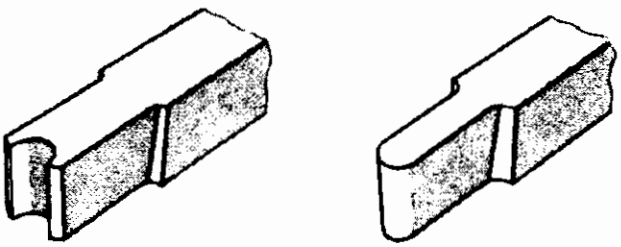
رمز اللولب d × p / ق × خ	المسمار القلاووظ: القطر الأصغر d_1 mm	القطر المتوسط: قطر دائرة الخطوة d_2 mm	الصامولة: القطر الأكبر D Mm	الصامولة: القطر الأصغر D_1 Mm	عدد خطوات البوصة Z ن	الخطوة P Mm خ	عمق السن t_1 mm ع	عمق تحميل السن t_2 mm
Rd 8 × 1/10	5.460	6.730	8.254	5.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 10× 1/10	7.460	8.730	10.254	7.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 12× 1/10	9.460	10.730	10.254	9.714	10	2.540	1.270	0.212
Rd 16× 1/8	12.825	14.412	16.318	13.142	8	3.175	1.588	2.265
Rd 20 X 1/8	16.825	18.412	20.318	17.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 24 X 1/8	20.825	22.412	24.318	21.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 30X 1/8	26.825	28.412	30.318	27.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 36X 1/8	32.825	34.412	36.318	33.142	8	3.175	1.588	0.265
Rd 48 X 1/6	43.767	45.883	48.423	44.190	6	4.233	2.117	0.303
Rd 60 X 1/6	55.767	57.883	60.423	56.190	6	4.233	2.117	0.353

إنتاج القلاووظ المستدير : Round Thread Production

يمكن إنتاج القلاووظ المستدير على المخرطة بطريقتين هما :-

أولا : باستخدام قلمين تشكيل Using Two Forming Tools

يستخدم قلمين تشكيل أحدهما محدب والآخر مقعر كما هو موضح بشكل 5 - 13 لإنتاج القلاووظ على مرحلتين كالآتي :-

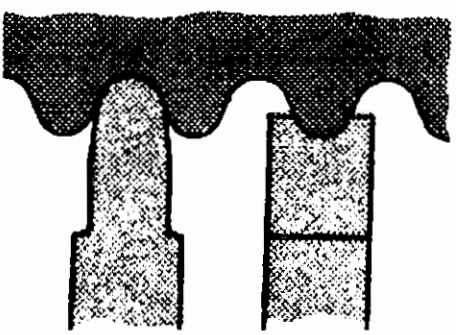


شكل 5 – 13

استخدام قلمين تشكيل لإنتاج القلاووظ المستدير على مرحلتين

(أ) يستخدم قلم التشكيل المقعر للتشغيل النهائي لدوران قمة.

(ب) يستخدم قلم التشكيل المحدب للتشغيل المبدئي ، لقطع القلاووظ بقطر قاع السن المطلوب.



شكل 5 – 14

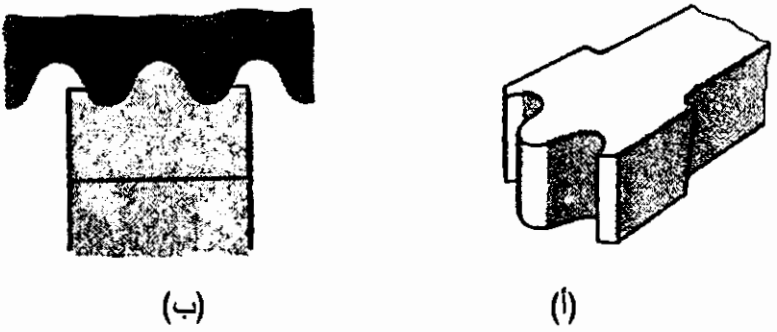
استخدام قلمين لتشكيل سن القلاووظ

(أ) قلم تشكيل محدب للتشغيل المبدئي .

(ب) قلم تشغيل مقعر للتشغيل النهائي .

ثانيا : باستخدام قلم تشكيل واحد Using One Forming Tool

يستخدم قلم تشكيل واحد (محدب من الوسط ومقعر من الجانبين) كما هو موضح بشكل5 – 15 (أ) لإنتاج القلاووظ على مرحلة واحدة (بعدة أشواط) كما هو موضح بشكل 5 – 15 (ب).



(ب) (أ)

شكل 5 – 15

استخدام قلم تشكيل واحد لإنتاج القلاووظ المستدير على مرحلة واحدة

(أ) قلم تشكيل محدب من الوسط ومقعر من الجانبين.

(ب) طريقة إنتاج القلاووظ على مرحلة واحدة بعدة أشواط.

ملاحظات :

1. يجب العناية بأقلام التشكيل والمحافظة عليها وذلك لصعوبة تجليخها بالإضافة إلى ارتفاع ثمنها.
2. يفضل استخدام قلم تشكيل محدب (للاستقراب) للتشغيل المبدئي.
3. لكبر خطوة القلاووظ المستدير وتعرض جزء كبير من الحد القاطع أثناء التشغيل ، واحتمال أن يتشابك القلم بالشغلة (يعض بالشغلة) .. لذلك يجب الحرص الشديد أثناء التشغيل بأقلام التشكيل.

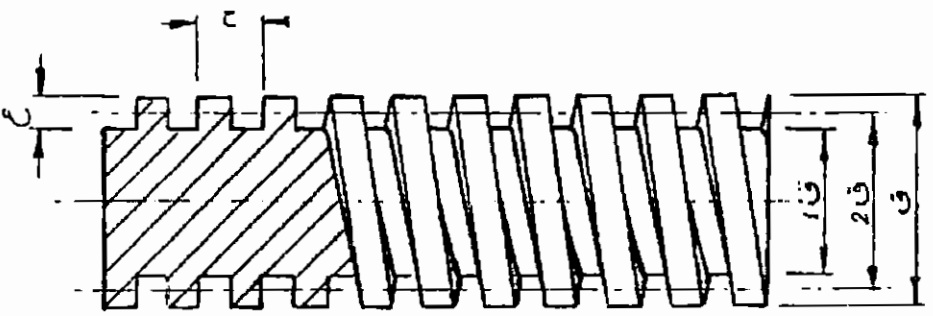
القلاووظ المربع

Square Screw

القلاووظ المربع هو قلاووظ غير قياسي .. يسمى بالمربع لأن مقطع سنه على شكل مربع ، إستخدم هذا القلاووظ قديماً فى نقل الحركه في بعض آلات التشغيل كأعمدة الراسمات والملازم وبعض الماكينات .... وغيرها.

تحتوي بعض الآلات والماكينات القديمة على أعمدة ذات قلاووظ مربع .. وللحاجة إلى عمل صيانة دورية لهذه الماكينات وإستبدال التالف منها . لذا يجب إلقاء الضوء على هذا القلاووظ ودراسته والتعرف على كيفية إنتاجه.

يمكن إنتاج القلاووظ المربع الذي يحتوي على باب واحد كما هو موضح بشكل 5 – 16 ، وأيضا القلاووظ المربع المتعدد الأبواب على المخرطة.



شكل 5 – 16

القلاووظ المربـــــع

خ = الخطوة .

ق = القطر خارجى للمسمار = قطر قاع السن بالصامولة + الخلوص .

ق1 = قطر قاع السن بالمسمار – ق – خ

ق2 = القطر المتوسط ق – $\frac{خ}{2}$

عرض سن القلم = $\frac{خ}{2}$ + الخلوص

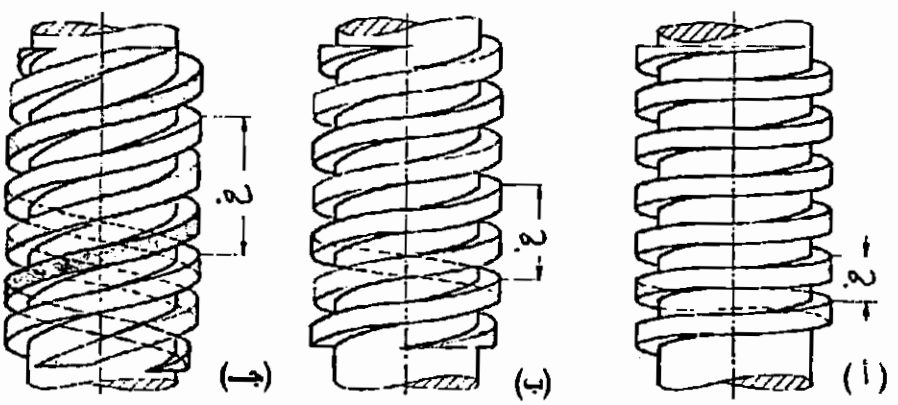
∴ عرض السن الفارغ = عمق السن .

قطر ثقب الصامولة = القطر الخارجي للمسمار – (الخطوة + الخلوص)

القلاووظ المربع ذو الباب الواحد والمتعدد الأبواب :

القلاووظ المربع ذو الباب الواحد خطوته يحتوي على مجرى واحدة ، بينما خطوة القلاووظ المربع ذو البابين بمجرتين ، وبالتالي خطوة القلاووظ المربع ذو الثلاثة أبواب بثلاثة مجار ..... وهكذا ، كما هو موضح بشكل 5 – 17.

بصفة عامه فإن جميع أسنان القلاووظات المربعة متوازية حول العمود، وتبتعد جميعها عن بعضها البعض بمسافات متساوية ، والغايه من استخدام القلاووظات المتعددة الأبواب هو الحصول على حركة طولية بمسافات أكبر من خلال دوران بسيط وعمق سن أقل.



شكل 5 – 17

القلاووظ المربع ذو الباب الواحد والمتعدد الأبواب

(أ) قلاووظ مربع بباب واحد .. (بمجرى واحدة)

(ب) قلاووظ مربع ببابين .. (بمجرتين)

(ج) قلاووظ مربع بثلاثة أبواب .. (بثلاثة مجاري)

$$\text{عرض مقدمة الحد القاطع للقلم} = \frac{\text{الخطوة}}{2 \times \text{عدد الأبواب}} + \text{خلوص}$$

عمق السن (ع) = $\frac{\text{الخطوة}}{2 \times \text{عدد الأبواب}}$ - خلوص

∴ عمق السن = عرض السن

من هنا يستنتج الآتي :-

عمق سن القلاووظ المربع = عرض السن .... (في جميع الحالات)

قطر ثقب الصامولة = القطر الخارجي للمسمار - ($\frac{\text{الخطوة}}{\text{عد د الأبواب}}$ + الخلوص)

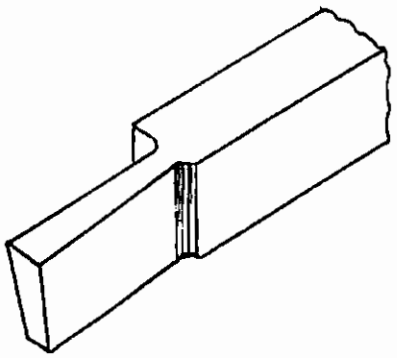
ملاحظة

الخلوص الموضح بمعادلات القلاووظ المربع مقداره 0.1 ملليمتر .

إنتاج القلاووظ المربع ذو الباب الواحد :

من المعروف أن قلاووظات نقل الحركة ذات خطوة أكبر من خطوة قلاووظات التثبيت ، لذلك يجب توجيه عناية خاصة عند تجليخ القلم بحيث يكون بزاوية خلوص وجرف وقطع مناسبة.

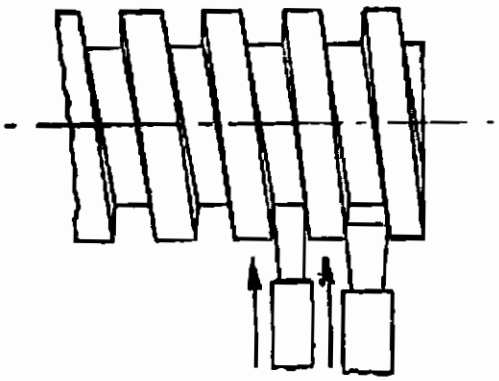
عادة يستخدم قلم قلاووظ مربع كما هو موضح بشكل 5 - 18 عند تشغيل القلاووظات المربعة ذات الخطوات المختلفة.



شكل 5 - 18

قلم قلاووظ مربع

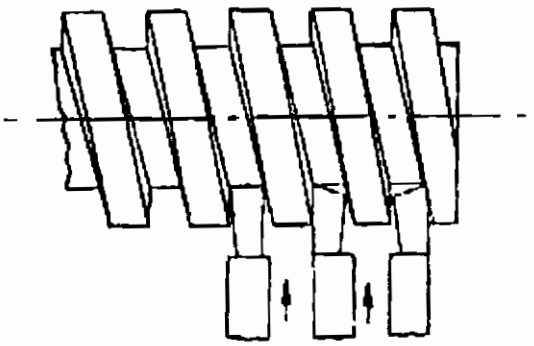
كما يفصل إستخدام قلمين لتشغيل القلاووظ المربع ذو الخطوة الكبيرة كما هو موضح بشكل 5 – 19 ، حيث يستخدم في البداية قلم تخشين عرضه يساوي $\frac{3}{4}$ عرض السن الفارغ (المجرى) ، ثم يتم تشطيب القلاووظ بقلم آخر (قلم إنجازي) وبعرض المجرى .. وهو عرض الحد القاطع للقلم أي = $\frac{1}{2}$ الخطوة.



شكل 5 – 19

استخدام قلمين لتشغيل القلاووظ المربع ذو الخطوة الكبيرة

كما يمكن تشغيل القلاووظ المربع ذو الخطوة الكبيرة بثلاثة أقلام كما هو موضح بشكل 5 – 20 ، حيث يقطع في البداية بقلم تخشين ، ثم يتم تشغيل السطحين الجانبين للمجرى بإستخدام قلمين يجلخ كل منها بزاوية خلوص جانبية وأمامية للتشطيب النهائي ، ومن ثم فإنه يمكن بهذه الطريقة إنتاج قلاووظ مربعة أكثر دقة ومنعومه .. علماً بأن هذه الطريقة تتطلب فني ذو خبرة عالية ، بالإضافة إلى زمن تشغيل أطول.



شكل 5 – 20

استخدام ثلاثة أقلام لتشغيل القلاووظ المربع ذو الخطوة الكبيرة

ملاحظة

يراعى عند تجهيز قلم القلاووظ المربع تجليخه بزاوية خلوص جانبية تتناسب مع الاتجاه المطلوب للتشغيل (يمين أو يسار).

إنتاج القلاووظ المربع المتعدد الأبواب :

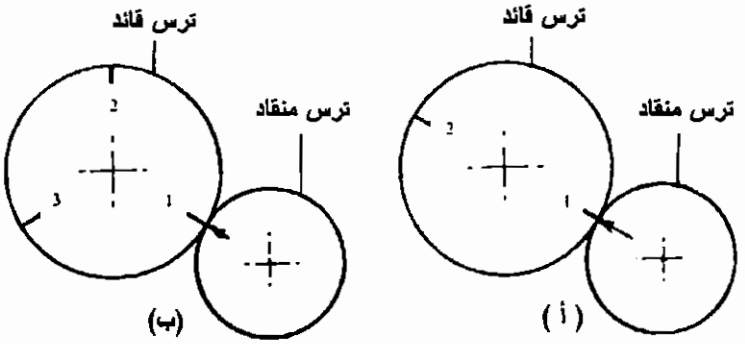
ينتج القلاووظ المربع المتعدد الأبواب بعدة طرق وهي كالآتي :-

أولا : إنتاج القلاووظ المربع بواسطة تقسيم الترس القائد

يمكن إنتاج القلاووظ المربعة المتعدد الأبواب بهذه الطريقة بتسلسل العمليات التالية:-

يشترط في هذه الطريقة أن يكون الترس القائد يقبل القسمة على عدد أبواب القلاووظ المطلوب قطعه .

يقسم أسنان الترس القائد على عدد الأبواب المطلوب تشغيلها ، وذلك بوضع علامات واضحة ، كما توضع علامة أخرى على الترس المنقاد تقابل العلامة الأولى بالترس القائد كما هو موضح بشكل 5 – 21.



شكل 5 – 21

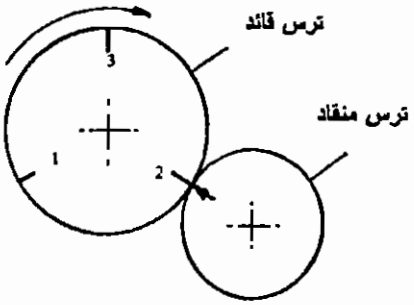
تقسيم الترس القائد بعدد الأبواب المطلوب تشغيلها

(أ) يقسم الترس القائد على قسمين (بوضع علامتين) في حالة تشغيل قلاووظ ببابين.

(ب) يقسم الترس القائد على ثلاثة أقسام (بوضع ثلاثة علامات) في حالة تشغيل قلاووظ بثلاثة أبواب.

يفصل الترس القائد بعد قطع الباب الأول للقلاووظ ، ثم يدار ظرف المخرطة يدويا بمقدار قسم واحد من الأقسام المحددة والموضحة على الترس القائد ، بشرط عدم حركة العربة أو تغيير وضع القلم.

يعاد تعشيق الترس بمجموعة التروس المتغيرة مرة أخرى ، وذلك بعد تطابق العلامة الثانية على العلامة الموضحة على الترس المنقاد كما هو موضح بشكل 5 – 22.



شكل 5 – 22

تطابق العلامة الثانية لفتح الباب الثاني للقلاووظ

يثبت الترس القائد جيداً ثم يبدأ في قطع لباب الثاني ..... وهكذا.

ثانيا : إنتاج القلاووظ المربع باستخدام ميكرومتر الراسمة الطولية

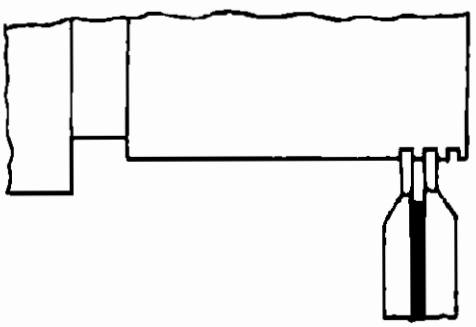
يمكن إنتاج القلاووظ المربعة المتعدد الأبواب باستخدام ميكرومتر الراسمة الطولية ، من خلال تسلسل العمليات التالية:-

1. يقطع الباب الأول للقلاووظ مع ملاحظة أن يكون ميكرومتر الراسمة الطولية على الصفر .
2. فتح الباب الثاني للقلاووظ وذلك بعد دوران مقبض الراسمة الطولية لتتحرك مسافة قدرها = $\frac{\text{الخطوة}}{\text{عدد الأبواب}}$

ثالثا : إنتاج القلاووظ المربع بإستخدام قلمين أو أكثر

يمكن إنتاج القلاووظ المربعة المتعدد الأبواب باستخدام قلمين أو أكثر في آن واحد ، من خلال تسلسل العمليات التالية:-

1. يثبت القلمين بحامل القلم ، بحيث يكون الحد القاطع لأحدهما من جهة اليمين ، والحد القاطع الآخر من الجهة اليسار.
2. يترك مسافة بين الحدين القاطعين لأقلام بمقدار = $\frac{1}{4}$ الخطوة كما هو موضح بشكل 5 – 23.



شكل 5 – 23

قطع قلاووظ مربع ببابين باستخدام قلمين في آن واحد

إرشادات عند قطع القلاووظات المربعة المتعدد الأبواب بإستخدام قلمين أو أكثر:

عند قطع القلاووظات المربعة المتعدد الأبواب بإستخدام قلمين أو أكثر .. فإنه يجب إتباع الإرشادات التالية :-

1. يستخدم قلمين عند قطع القلاووظ ذو البابين ، كما يستخدم ثلاثة أقلام عند قطع القلاووظ ذو الثلاثة أبواب ..... وهكذا.
2. يراعى دقة عرض الحـــدود القاطعة والفرق بينهما (المسافة بين الأقلام المستخدمة) ، وأن يكونوا فى مستوى واحد ، كما تلاحظ زاوية الخلوص ، بحيث تكون فى اتجاه قطع القلاووظ .. (يميناً أو يساراً).
3. أحياناً تجلخ الحدود القاطعة للأقلام أثناء عملية قطع القلاووظات بالمعادن الصلدة ، ولصعوبة تثبيتها بالوضع السابق بدقة .. لذلك فإنه يجب استخدام قطع معدنية لتثبيتها بين الأقلام بعرض قدره = $\frac{1}{4}$ الخطوة .. (في حالة استخدام قلمين) ، أو بعرض قدره = $\frac{1}{6}$ الخطوة (في حالة إست خدام ثلاثة أقلام).
4. يجب عمل مجرى في نهاية القلاووظ ، بحيث تكون عرض المجرى أكبر من عرض الحدود القاطعة والمسافة التي بينهما .
5. تعتبر عملية قطع القلاووظ المربع باستخدام قلمين أو أكثر من العمليات الصعبة التي تتطلب الدقة والكفاءة العالية لفني المخرطة .. لذلك فإنه يجب الانتباه ومراعاة الدقة أثناء عملية القطع.

تذكر أن :

عند قطع قلاووظ مربع بصامولة ، فإنه يجب مراعاة الآتي :-

1. أن تكون قطر ثقب الصامولة أكبر من قاع السن بالمسمار بمقدار 0.1 مم.
2. يجب أن يزيد عرض الحد القاطع لقلم القلاووظ المربع الداخلي بمقدار 0.1 مم.

نقل الحركة إلى العمود المرشـد بالمخرطة :

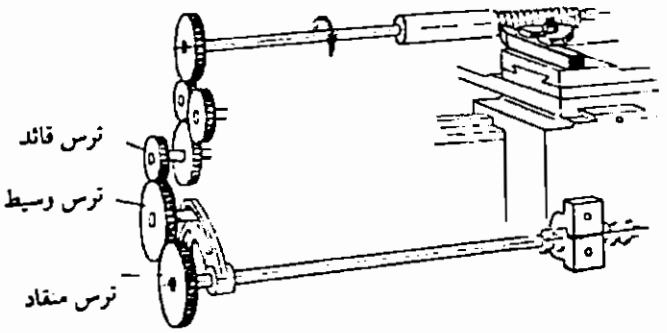
Transmission To Lead Screw Of Lathe

لكل قلاووظ شكله ومواصفاته المميزة (القطر والخطوة وزاوية السن) ، وينعكس شكل الحد القاطع للقلم على قطعة التشغيل لينتج القلاووظات بالشكل والمواصفات المطلوبة.

لذلك يجب ضبط مقايض صندوق التغذية بخطوة القلاووظ المطلوب إنتاجه كما هو موضح بالجداول المثبتة على كل مخرطة قبل البدء في عملية التشغيل.

تنتقل الحركة من مجموعة تروس التغذية إلى عمود القلاووظ (العمود المرشد) لتتحرك العربة والحد القاطع للقلم بالخطوة المطلوبة من خلال مجموعة التروس المتغيرة .. وهي عبارة عن مجموعة من ثلاثة أو أربعة تروس.

يوضح شكل 5 – 24 مجموعة مكونة من ثلاثة تروس (ترس قائد ، وترس منقاد ، وترس وسيط بينهما لنقل الحركة بأي عدد أسنان).



شكل 5 – 24

نقل الحركة إلى العمود المرشد بالمخرطة

مجموعة التروس المتغيرة : Group Of Alternating Gears

عند قطع القلاووظ على المخرطة لا يمكن التحكم في حركة عمود القلاووظ (العمود المرشد) إلا بواسطة مجموعة التروس المتغيرة ، وهي عبارة عن مجموعة تروس يمكن استبدالها لضبط خطوة القلاووظ المطلوب إنتاجه.

تتكون مجموعة التروس المتغيرة من عدة تروس ، تبدأ بترس مكون من 20 سنة وبزيادة قدرها خمسة أسنان بكل ترس كالآتي :-

20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 45 – 50 – 55 – 60 – 65 ..... وهكذا إلى ترس عدد أسنانه 125 سنة ، كما يوجد ضمن هذه المجموعة ترس آخر عدد أسنانه 127 سنة .. وذلك لاستخدامه عند قطع القلاووظ الإنجليزي (ويتورث).

حساب عدد أسنان مجموعة التروس المتغيرة :

تنتج القلاووظات المختلفة على المخرطة باستخدام مجموعات من التروس ، تختلف عدد أسنان هذه المجموعات باختلاف خطوة القلاووظ المراد قطعه وخطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة.

∴ تستنتج عدد أسنان مجموعة التروس المتغيرة بالعلاقة بين نسبة خطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة من خلال العلاقة التالية :-

$$\frac{\text{عدد أسنان الترس القائد}}{\text{عدد أسنان الترس المنقاد}} = \frac{\text{خطوة القلاووظ المطلوب قطعه}}{\text{خطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة}}$$

ويمكن وضع المعادلة بصورة أفضل كالآتي :-

$$\frac{\text{حاصل ضرب أسنان التروس القائدة}}{\text{حاصل ضرب أسنان التروس المنقادة}} = \frac{\text{خطوة القلاووظ المطلوب قطعه}}{\text{خطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة}}$$

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت ق}} = \frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}}$$

حيث ت ق .. عدد أسنان الترس القائد أو التروس القائدة

ت م .. عدد أسنان الترس المنقاد أو التروس المنقادة

خ ق .. خطوة القلاووظ المطلوب قطعه

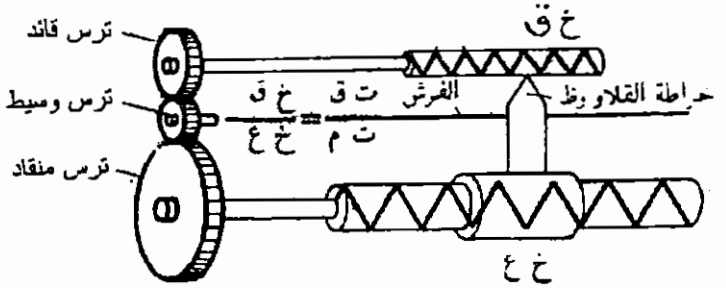
خ ع .. خطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة

لزيادة الفهم ومساعدة على التذكر :

تخيل أن شـــرطة الكسر في المعادلة السابقة يمثل فرش المخرطة الموضح بشكل 5 – 25 ، عندئذ تكون خطوة القلاووظ المطلوب قطعه بالجهة العليا من الفرش .. (أي بسط) ، وخطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة من الجهة السفلى للفرش .. (أي مقام).

كذلك في الجزء الآخر من المعادلة $\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}}$ ، حيث يكون الترس القائد أو التروس القائدة التي تحمل الأرقام الفردية 1 ، 3 من الجهة العلي للكسر ، والترس المنقادة أو التروس المنقادة التي تحمل الأرقام الزوجية 2 ، 4 من الجهة السفلى للكسر.

هذا يعني أن النسبة بين خطوات القلاووظ المراد قطعه وخطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة تساوي النسبة بين عدد أسنان التروس المتغيرة .



شكل 5 – 25

النسبة بين خطوات القلاووظ المراد قطعه وخطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة تساوي النسبة بين عدد أسنان التروس المتغيرة

مثال 1 :

يراد قطع قلاووظ متري خطوته 2 ملليمتر علما بأن خطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة 6 ملليمتر . أوجد عدد أسنان الترس القائد والترس المنقاد ؟

حل توضيحي :

خطوة القلاووظ المطلوب قطعه 2 ملليمتر .. أي أن الحد القاطع لقلم المخرطة

يجب أن يتحرك مسافة 2 ملليمتر في كل لفة من لفات ظرف المخرطة ، ولما كانت خطوة قلاووظ العمود المرشد بالمخرطة تساوي 6 ملليمتر ، فهذا يعني أن العربة تتحرك مسافة قدرها 6 ملليمتر لكل لفة من لفات العمود المرشد .

من هنا تتضـــح أهمية وفائـــدة مجموعة التروس المتغيرة التي تخفـــض من سرعة العمود المرشد ، لكي تتحرك العربة مسافة 2 ملليمتر لكل لفة من لفات ظرف المخرطة ، وبذلك يمكن قطع القلاووظ المطلوب.

∴ عدد أسنان الترس القائد ، وعدد أسنان الترس المنقاد =

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}} = \frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}} = \frac{2}{6}$$

لا يوجد ترس عدد أسنانه سنتين فقط ، ويوجد ترس د أسنانه 6 أسنان .. لذلك يجب ضرب هذه النسبة في عامل مشترك لكي يمكن الحصول على بسط ومقام (بعددين) للحصول على ترسين أحدهما قائد والآخر منقاد لمجموعة التروس المتغيرة

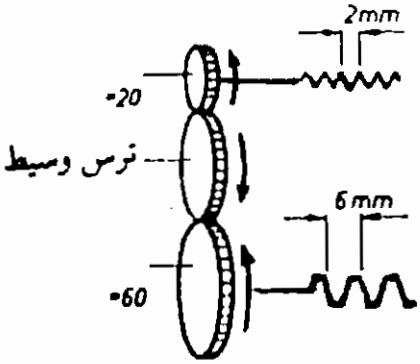
$$\therefore \frac{20}{60} = \frac{10}{10} \times \frac{2}{6}$$

أي تركب مجموعة تروس بسيطة (مجموعة مكونة من ثلاثة تروس) كما هو موضح بشكل 5 – 26 ، عدد أسنانهم كالآتي :-

الترس الأول يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 20 سنة

الترس الثاني يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 60 سنة

يركب بينهما ترس وسيط لنقل الحركة بأي عدد أسنان .



شكل 5 – 26

مجموعة تروس بسيطة لنقل الحركة إلى العمود المرشد

كما يمكن ضرب النسبة السابقة × 15 للحصول على تروس بعدد الأسنان التالية:-

$$\frac{30}{90} = \frac{15}{15} \times \frac{2}{6}$$

أي تركب مجموعة تروس بسيطة (مجموعة مكونة من ثلاثة تروس) عدد أسنانهم كالآتي :-

الترس الأول يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 30 سنة

الترس الثاني يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 90 سنة

أما الترس الثالث فهو ترس وسيط بأي عدد أسنان ، يركب بين الترسين القائد والمنقاد.

مثال 2 :

يراد قطـــع قلاووظ متري خطوته 1 ملليمتر علماً بأن خطـــوة عمود المرشد بالمخرطة 12 ملليمتر .. أوجد عدد أسنان التروس المتغيرة ؟

الحل :

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت ق}} = \frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}} \quad = \frac{1}{12}$$

$$\frac{10}{120} = \frac{10}{10} \times \frac{1}{12} =$$

$$\frac{20}{240} = \frac{20}{20} \times \frac{1}{12} = \text{أو}$$

ملاحظة :

لما كانت مجموعة التروس المتغيرة تخلو من تروس عدد أسنانها 10 سنة أو 240 سنة ، لذلك يجب تقسيم هذه النسبة إلى عوامل بسيطة كالآتي :-

$\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$ .. ثم تكبير الكسرين للحصول على عدد تروس بالأسنان المناسبة ، وذلك بضرب كل من الكسرين الناتجين × عامل مشترك للحصول على تروس بعدد الأسنان التالية :-

$$\frac{30}{90} = \frac{30}{30} \times \frac{1}{3} \quad ، \quad \frac{20}{80} = \frac{20}{20} \times \frac{1}{4}$$

∴ عدد أسنان التروس في كلا المجموعتين متيسر ضمن مجموعة التروس المتغيرة وتسمى بمجموعة تروس مركبة.

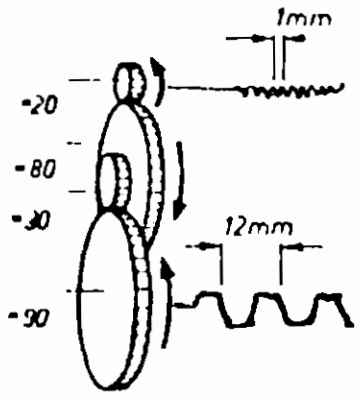
بذلك يمكن قطع القلاووظ المطلوب .. أي تركب مجموعة تروس مركبة تتكون من أربعة تروس (تروس قائدة عدد أسنانها 20 ، 30 سنة ، وتروس منقادة عدد أسنانها 80 ، 90 سنة) وترتيب وضعهم كما هو موضح بشكل 5 – 27 كالآتي :-

الترس الأول يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 20 سنة

الترس الثاني يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 80 سنة

الترس الثالث يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 30 سنة

الترس الرابع يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 90 سنة



شكل 5 – 27

مجموعة تروس مركبة لنقل الحركة إلى العمود المرشد

مثال 3 :

يراد قطع قلاووظ إنجليزي 8 سنة في البوصة علماً بأن خطـوة عمود المرشد بالمخرطة 6 ملليمتر .. أوجد عدد أسنان التروس المتغيرة ؟

الحل:

القلاووظ الإنجليزي المراد قطعه = 8 سنة في البوصة .. هذا يعني أن خطوة القلاووظ = $\frac{1}{8}$ //

تحويل خطوة القلاووظ إلى ملليمترات = الخطوة × 25.4

$$= \frac{1}{8} \times 25.4$$

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}} = \frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}}$$

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}} = \frac{1 \times 25.4}{6 \times 8} = \frac{25.4}{48}$$

$$= \frac{12.7}{24} = \frac{127}{240}$$

لا يوجد بمجموعة التروس المتغيرة ترس عدد أسنانه 240 سنة.. لذلك يجب أن تكون مجموعة التروس مركبة كالآتي :-

$$\frac{1}{6}\times\frac{12.7}{4}=\frac{12.7}{24}$$

$$=\left[\left(\frac{20}{20}\right)\times\left(\frac{1}{6}\right)\right]\times\left[\left(\frac{10}{10}\right)\times\left(\frac{12.7}{4}\right)\right]$$

$$=\frac{20}{120}\times\frac{127}{40}$$

∴ التروس المتغيرة المطلوب تركيبها هي مجموعة تروس مركبة بياناتها كالآتي :-

تروس قائدة بأرقام فردية 1 ، 3 عدد أسنانها 127 ، 20 سنة

تروس منقادة بأرقام زوجية 2 ، 4 عدد أسنانها 40 ، 120 سنة

مثال 4 :

يراد قطع قلاووظ إنجليزي 4 أسنان في البوصة علماً بأن خطوة عمود المرشد بالمخرطة 6 ملليمتر. أوجد عدد أسنان التروس المتغيرة ؟

الحل :

تحويل خطوة القلاووظ إلى ملليمتر = الخطوة × 25.4

$$=25.4\times\frac{1}{4}$$

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}}=\frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}}$$

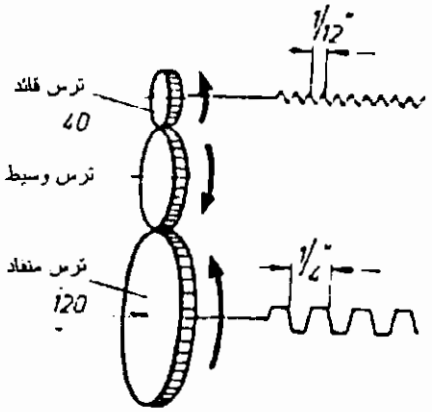
$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}}=\frac{25.4\times1}{6\times4}=\frac{25.4}{24}=\frac{12.7}{12}=\frac{127}{120}$$

أي مجموعة تروس بسيطـــة (مجموعة مكونة من ثلاثة تروس) كما هو موضح بشكل 5 – 28 ، عدد أسنانهم كالآتي :-

الترس الأول يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 127 سنة

الترس الثاني يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 120 سنة

أما الترس الثالث فهو ترس وسيط بأي عدد أسنان ، يركب بين الترسين القائد والمنقاد .



شكل 5 – 28

مجموعة تروس بسيطة لنقل الحركة إلى العمود المرشد

مثال 5 :

يراد قطع قلاووظ إنجليزي 12 سنة في البوصة علماً بأن خطوة عمود المرشد بالمخرطة $\frac{1}{4}$ بوصة . أوجد عدد أسنان التروس المتغيرة ؟

الحل :

خطوة قلاووظ الجزء المراد قطعه وخطوة العمود المرشد بالمخرطة بالقياس الإنجليزي .

∴ لا داعي لعملية التحويل بالملليمترات.

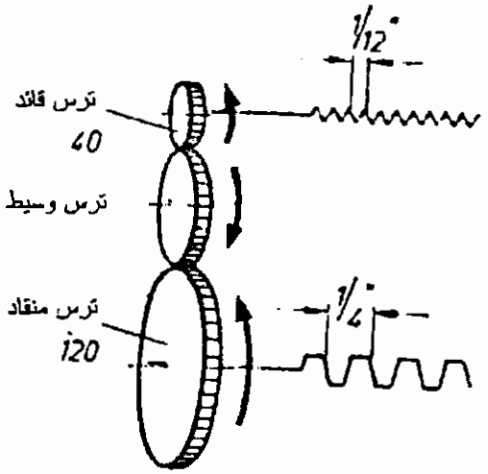
$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}} = \frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}} = \frac{1}{12} \div \frac{1}{4} = \frac{4}{1} \times \frac{1}{12} = \frac{4}{12} = \frac{40}{120}$$

أي مجموعة تروس بسيطة (مجموعـــة مكونة من ثلاثة تروس) كما هو موضح بشكل 5 – 29 ، عدد أسنانهم كالآتي :-

الترس الأول يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 40 سنة

الترس الثاني يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 120 سنة

أما الترس الثالث فهو ترس وسيط بأي عدد أسنان ، يركب بين الترسين القائد والمنقاد .



شكل 5 – 29

مجموعة تروس بسيطة لنقل الحركة إلى العمود المرشد

مثال 6 :

يراد قطع قلاووظ خطوته 3 ملليمتر علماً بأن خطوة العمود المرشد بالمخرطة $\frac{1}{4}$ بوصة . أوجد عدد أسنان التروس المتغيرة ؟

الحل :

تحويل خطوة قلاووظ العمود المرشد إلى ملليمترات

= الخطوة × 25.4

= $\frac{1}{4}$ × 25.4

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}} = \frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}}$$

$$\frac{12}{25.4} = \frac{4\times3}{25.4\times1} = \frac{3}{25.4\times\frac{1}{4}} =$$

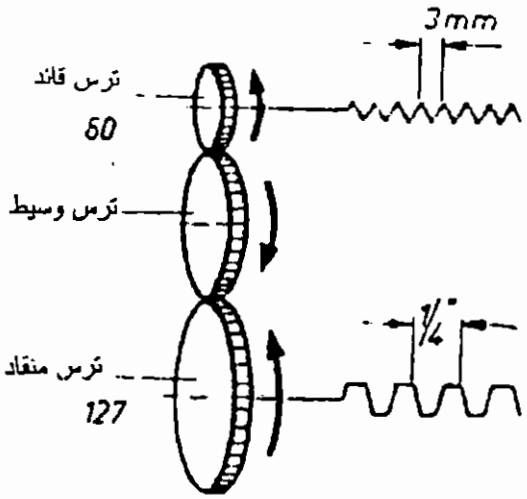
$$\frac{60}{127} = \frac{6}{12.7} =$$

أي مجموعة تروس بسيطة (مجموعـة مكونة من ثلاثة تروس) كما هو موضح بشكل 5 – 30 ، عدد أسنانهم كالآتي :-

الترس الأول يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 60 سنة

الترس الثاني يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 127 سنة

أما الترس الثالث فهو ترس وسيط بأي عدد أسنان ، يركب بين الترسين القائد والمنقاد .



شكل 5 – 30

مجموعة تروس بسيطة لنقل الحركة إلى العمود المرشد

مثال 7 :

يراد قطع قلاووظ خطوته 1.5 ملليمتر علماً بأن خطوة العمود المرشد بالمخرطة $\frac{1}{2}$ بوصة . أوجد عدد أسنان التروس المتغيرة ؟

الحل :

تحويل خطوة قلاووظ العمود المرشد إلى ملليمتر

$$\text{الخطوة} \times 25.4 = 25.4 \times \frac{1}{2}$$

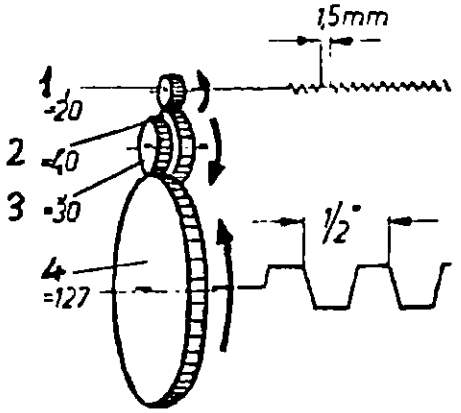
$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}} = \frac{\text{خ ق}}{\text{خ ع}}$$

$$\frac{\text{ت ق}}{\text{ت م}} = \frac{1.5}{25.4 \times \frac{1}{2}} = \frac{2 \times 1.5}{25.4 \times 1} = \frac{3}{25.4}$$

ولما كان تكبير هذا الكسر لا يؤدي للحصول على تروس مناسبة .. لذلك يحلل هذا الكسر إلى كسرين ثم يكبر كل منهما .. كما يلي :-

$$\frac{30}{127} \times \frac{20}{40} = \frac{3}{12.7} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{25.4}$$

أي تركب مجموعة تروس مركبة مكونة من أربعة تروس (تروس قائدة عـدد أسنانها 20 ، 30 سنة ، وتروس منقادة عدد أسنانها 40 ، 127 سنة) ويكون ترتيـب وضعهم كما هو موضح بشكل 5 – 31 كالآتي :-



شكل 5 – 51

تركب مجموعة تروس مركبة مكونة من أربعة تروس

الترس الأول يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 20 سنة

الترس الثاني يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 40 سنة

الترس الثالث يسمى بالترس القائد .. عدد أسنانه = 30 سنة

الترس الرابع يسمى بالترس المنقاد .. عدد أسنانه = 127 سنة